

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-277354
(43)Date of publication of application : 13.11.1990

(51)Int.CI.

H04M 3/00
H04L 12/00
H04M 3/36
H04M 7/00
H04Q 3/66

(21)Application number : 01-098297

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 18.04.1989

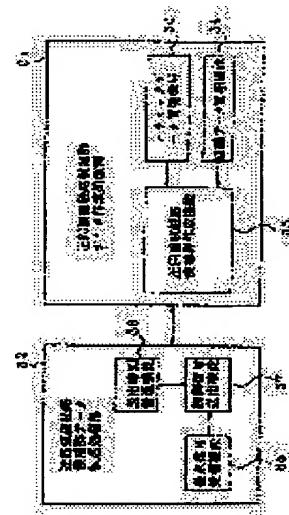
(72)Inventor : YAMAMOTO HISAO
MASE KENICHI
INOUE AKINARI
ITO DAIYU
SUYAMA MASATO
HOSHI YOSHITAKA

(54) ADAPTIVE TYPE ROUTE SELECTION CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To effectively use an excessive line by making an exchange execute operating route selection of state depending type after limiting the search range of a bypass connection route considering the status of traffic and a line.

CONSTITUTION: A traffic data managing function 33 in a network control center estimates a call quantity between outgoing and incoming exchanges in each time zone in one day. A line data managing function 34 maintains and manages connection relation between each exchange by linkage, the number of link lines, and data with respect to the constitution of the communication network of a fundamental connection route between the outgoing and incoming exchanges, etc. A bypass connection route candidate group generating function 35 generates a bypass connection route candidate group in a required time zone based on the data from the traffic data managing function 33 and the line data managing function 34. Each exchange performs communication by searching a bypass route from a generated bypass connection route candidate group.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報 (A) 平2-277354

⑯ Int.Cl.⁵
H 04 M 3/00
H 04 L 12/00識別記号 D
府内整理番号 7406-5K

⑬ 公開 平成2年(1990)11月13日

7830-5K H 04 L 11/00

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全16頁) ※

④ 発明の名称 適応形経路選択制御方法

⑫ 特 願 平1-98297

⑫ 出 願 平1(1989)4月18日

⑬ 発明者 山本 尚生 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑬ 発明者 間瀬 憲一 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑬ 発明者 井上 明也 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑬ 発明者 伊藤 大雄 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑭ 出願人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑮ 代理人 弁理士 磐村 雅俊

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

適応形経路選択制御方法

2. 特許請求の範囲

(1) 迂回中継接続を行う複数の交換機が複数の回線からなるリンクを介して相互接続され、該複数の交換機のうち発信元になる交換機と着信先になる交換機の間には異なるリンクの組合せからなる1以上の接続経路が存在し、かつ該複数の交換機に制御信号回線を介して少なくとも1つの網制御センタが接続された通信網において、該網制御センタは、発信元交換機と着信先交換機間ごとに、呼量の発生状態および各リンクの回線数設定状態を観測することにより、使用が許される1以上の接続経路からなる接続経路候補群を決定して、該候補群を各交換機に送出するとともに、予め定めた時刻に該接続経路を更新して再送し、各交換機は送られた該接続経路候補群の中から接続経路を選択して呼接続処理を行うことを特徴とする適応

形経路選択制御方法。

(2) 迂回中継接続を行う複数の交換機が複数の回線からなるリンクを介して相互接続され、該複数の交換機のうち発信元になる交換機と着信先になる交換機の間には優先的に回線捕捉が試みられる基本接続経路と、異なるリンクの組合せからなる1以上の迂回接続経路が存在し、かつ該複数の交換機に制御信号回線を介して少なくとも1つの網制御センタが接続された通信網において、該網制御センタは、発信元交換機と着信先交換機間ごとに、呼量の発生状態および各リンクの回線数設定状態を観測することにより、使用が許される1以上の迂回接続経路からなる迂回接続経路候補群を決定して、該候補群を各交換機に送出するとともに、予め定めた時刻に該迂回接続経路を更新して再送し、各交換機は呼接続処理時に先ず上記基本接続経路の回線捕捉を試み、該基本接続経路の回線捕捉に失敗した呼に対して、上記網制御センタから送られた該迂回接続経路候補群の中から迂回接続経路を選択して回線捕捉を試みることを特

微とする適応形経路選択制御方法。

(3) 上記網制御センタによる接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群（以下、接続経路ないし迂回接続経路候補群を単に接続経路、接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群を単に接続経路候補群とそれぞれ記す）の決定方法は、各発着交換機間の接続品質に関して、最悪の接続完了率となる発着交換機間の接続完了率を最大とする第1の条件、通信網全体のスループットを最大にする第2の条件、および迂回接続経路で疎通しきれない呼量を非吸収呼量とした場合に、該非吸収呼量が最大となる発着交換機間の非吸収呼量を最小にする第3の条件の少なくとも1つを満たすようにすることを特徴とする請求項1または2記載の適応形経路選択制御方法。

(4) 上記網制御センタから各交換機に送出される迂回接続経路候補群の中に、基本接続経路が収容されている伝送システムとは異なる伝送システムに収容されている迂回接続経路を1以上含むことにより、伝送システムが障害となったときにも、

必ず迂回接続経路を使用できるようにしたことを特徴とする請求項2または3記載の適応形経路選択制御方法。

(5) 上記交換機の呼接続処理時における接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群（以下、接続経路ないし迂回接続経路候補群を単に接続経路、接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群を単に接続経路候補群とそれぞれ記す）からの接続経路の選択方法は、該交換機が個別に通信網の状態を握りして、自律的に通信網の混雑の度合に応じた接続経路を探索する、いわゆる交換機での分散制御による状態依存形の動的経路選択方法を用いることを特徴とする請求項1、2、3または4記載の適応形経路選択制御方法。

(6) 上記交換機での分散制御による状態依存形の動的経路選択方法では、接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群（以下、接続経路ないし迂回接続経路を単に接続経路、接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群を単に接続経路候補群とそれぞれ記す）の中から1以上の接続経路を選択許可状

態として登録しておき、該接続経路候補群の接続経路を対象として発生した呼の呼接続要求に対しでは該選択許可状態の接続経路を使用し、該選択許可状態の接続経路上のリンクで回線が捕捉できない場合、回線捕捉後に空き回線が無い場合、および回線捕捉後に空き回線が少ない場合には、該選択許可状態の接続経路の代りに、上記接続経路候補群の中から他の接続経路を新たに選択許可状態にして登録することを特徴とする請求項5記載の適応形経路選択制御方法。

(7) 上記交換機の呼接続処理時における接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群（以下、接続経路ないし迂回接続経路を単に接続経路、接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群を単に接続経路候補群とそれぞれ記す）からの接続経路の選択方法として、該接続経路候補群の接続経路を対象として発生した呼の呼接続要求に対し、該接続経路候補群の中からランダムに選択する方法、循環的に選択する方法、および多段溢れ的に選択する方法のうちの一つを採用することを特徴とする請求

項1、2、3または4記載の適応形経路選択制御方法。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は、通信網内の接続経路選択方法に関するもので、特に中継交換網において、網内の回線使用の混雑の度合に適応して好ましい接続経路を選択することができる適応形経路選択制御方法に関するものである。

【従来の技術】

通常、複数の交換機を有する通信網においては、それらの交換機相互間を接続する接続経路として、発交換機と着交換機間を最も経済的に接続できる基本接続経路がある。回線使用が混雑していない場合には、この基本接続経路を介して発着交換機間を接続するが、混雑している場合には、さらに他の複数の交換機を経由して迂回接続経路を形成することができる。しかしながら、従来の接続経路選択方法では、技術的に可能な接続制御方式上の制約から、迂回できる範囲が限定されてしまい、選択の順序も固定されていた。

ところで、近年の蓄積プログラム制御方式の交換機、および交換機間信号転送のための共通線信号方式の導入により、上述のような接続経路選択方法に代り、網内の空き回線の分布状態に適応して柔軟に接続経路を選択することができる動的経路選択方法を用いることができるようになってきた。

上記動的経路選択方法は、(イ)時変形と(ロ)状態依存形とに分けられる(例えば、文献『A Survey of Dynamic Routing Methods for Circuit-Switched Traffic』著者B. R. Hurley他、IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, Vol. 25, No. 9, pp. 13~21, Sept. 1987参照)。

このうち、(イ)時変形は、予め決められた時間帯ごとに適当な迂回パターンを設定しておく方法、つまり基本接続経路ごとに用いる迂回接続経路の組合せとその選択順序を設定しておき、交換機は呼接続要求の発生時にその時刻に該当する時間帯の迂回パターンに従って呼接続を実行する方法である。この時変形の代表例としては、米国AT&T

会社から提案されているD N H R (Dynamic Nonhierarchical Routing)方式がある(例えば、文献『Design and Optimization of Networks with Dynamic Routing』著者G. R. Ash,他、BSTJ, Vol. 60, pp. 1787~1820, Oct. 1981参照)。

次に、(ロ)状態依存形は、網内の混雑の度合、つまり回線の使用状態に応じて、実時間的に迂回パターンを変更して呼の接続を実行する方法であって、この方法を実現する形態としては、集中制御と分散制御の形態がある。

集中制御による状態依存形は、網制御センタが網全体の回線使用状態に関するデータを収集して各発着交換機間の迂回パターンを計算し、各交換機にその迂回パターンを実時間で指示する方法である。この集中制御による状態依存形の一例としては、米国AT&T社が提案しているT S M R 方式と加国Northern Telecomが提案しているD C R 方式(例えば、文献『A Survey of Dynamic Routing Methods for Circuit

Switched Traffic』著者B. R. Hurley他、IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, Vol. 25, No. 9, pp. 13~21, Sept. 1987参照)がある。

一方、分散制御による状態依存形は、各交換機が個別に網の状態を把握して、自律的に網の混雑の度合に応じた迂回接続経路を探索することにより、各発着対地間に網全体として適切な迂回パターンを設定する方法である。この分散制御による状態依存形の一例としては、英國British Telecommunications および仏国国立電気通信研究所(通称CNET)がそれぞれ提案している方法がある(両方法とも、基本原理は同じであって、British Telecommunicationsは、D A R 方式と呼ばれている)(例えば、文献『Dynamic Alternative Routing in the British Telecom Trunk Network』著者R. R. Stacey 他、電子交換国際会議、通称ISS87, B12.4.1~B12.4.5, 1987、または文献『Feedback Methods for Calls Allocation on the Crossed Traffic Routing』著者HENNION, B. 国際トラ

ヒック会議 通称 ITC-9, pp. HENNION-1~HENNION-3, 1979参照)、または日本国で本願より先に提案された特願昭63-307474号明細書および図面(迂回接続経路選択方式)参照)。上記先願の明細書および図面に記載された迂回接続経路選択方式は、NTTが提案したもので、その動作原理は自律迂回ルートを探索する方法である。

【発明が解決しようとする課題】

前述のように動的経路選択方法としていくつかの提案が行われているが、それぞれに次のような問題点ならびにその問題点を解決すべき課題があった。

(i) 先ず、時変形に対して、例えば、前述のD N H R 方式では、米国のように複数の標準時刻を有して、トラヒック最繁時間帯が地域ごとに明らかに異なっており、時間帯ごとの適切な迂回パターンを予め予測することができ、迂回パターンの変更をスケジューリングできる場合には、極めて有効な方法である。しかし、日本のように、全国のトラヒック最繁時間帯がほぼ揃っている場合に

は、このような時変形だけではあまり効果を期待することはできない。日本のような国では、むしろ、回線設定周期や、設定単位等の回線設備管理上の制約や、予測不可能なトラヒック変動により生じる中継リンク回線数の過不足状態に、それそれ迅速に対応してトラヒックを効率よく疏通することこそ必要であって、どちらかと言うと状態依存形の方法による効果の方がまだ期待できる。

(ii) 次に、集中制御による状態依存形に対しては、網全体の状態、例えばリンクの使用状況を観測して全網的最適化に基づいて迂回パターンを指示することができるので、一般には効果的な迂回接続を行うことが可能と思われる。しかしながら、観測が速やかに行われないとき、つまり網状態の観測時刻とそれにに基づいて迂回パターンによる迂回接続を実行する時刻間の差が大きい場合には、網状態が変化してしまうため、誤った制御を実行してしまう確率が増加する。このような場合には、予想した効果が得られないばかりでなく、逆に接続品質の低下を招いてしまうことになる。

- 11 -

迂回接続経路を変更することによって、通信網全体としての好ましい迂回パターンを実現しているので、前述の(i)の問題を回避することができる。しかしながら、大規模な通信網においては、各発着交換機間に存在する迂回接続経路の数もかなりの数となるため、種々の不都合が生じる。例えば、交換機数100によりメッシュを形成している通信網を考えると、各交換機間に2つの中継リンクを持つ迂回接続経路だけでも、98経路存在することになる。

このような場合、(イ)呼処理を実行する際に、試行錯誤的な探索で迂回接続経路の見直しを行ふため、迂回接続経路の候補数が必要以上に多いときには、トラヒックの一時的な変化に起因して変更されてしまった迂回パターンを元の状態に戻すまでに、繰り返される試行錯誤の回数が多くなってしまう。同じようにして、網全体のトラヒックパターンの変化や、伝送設備の障害時等に、各交換機が新しく良好な迂回パターンに移行するまでに、試行錯誤を多数回繰り返すことになる。その

このような問題を回避して、本来の効果を發揮させるためには、網状態の観測と交換機への制御周期を短かくすることが必要であって、例えば前述のTSMR方式またはDCR方式では、10秒以内での観測と制御周期を前提としている。しかしながら、制御すべき交換機数が数百、測定すべきリンク数が数万に及ぶ大規模な通信網を対象とする場合には、このような高速な観測や制御は無理である。すなわち、網制御センタの処理量や、交換機と網制御センタ間のデータ転送量や、交換機での測定とデータ送受信処理量や、これらに必要な設備が、いずれも膨大となるため、不経済なシステムとなってしまう。また、このような大規模なシステムで、制御センタが障害になると、網は混乱を生じる。

(iii) 次に、分散制御による状態依存形に対して、例えば前述のDAR方式および自律迂回ルート探索方式では、網制御センタを用いることなく、各交換機が呼接続処理の過程において扱う信号により迂回接続経路の使用状態を把握して、自律的に

- 12 -

結果、接続品質は悪化するとともに、交換機の処理量は増加する。(ロ)交換機が管理するデータ量が増加するに伴って、データを処理するためのテーブル数や呼数をカウントするカウンタの数が多くなる。すなわち、発着交換機間あるいは基本接続経路ごとに管理するデータの量が多くなり、そのために迂回接続経路テーブルや、網管理の観点から実施される迂回状況の監視が必要となり、そのためには、各迂回接続経路での迂回呼数や迂回呼量や迂回成功率等を計数するカウンタ等の数が多く必要となる。また、(ハ)カウンタの増加に伴って、そのカウンタを用いた測定処理を実行するためのプログラムの処理量が増加することになる。

本発明の目的は、これら従来の課題を解決し、大規模な通信網に対しても、実時間のトラヒック変動や回線設備状況に適応して、最適な迂回接続経路を選択することができるとともに、各交換機の管理すべきデータ量を少なくし、かつテーブルやカウンタの数を少なくすることが可能な適応形

経路選択制御方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明の適応形経路選択制御方法は、(i)迂回中離接続を行う複数の交換機が複数の回線からなるリンクを介して相互接続され、該複数の交換機のうち発信元になる交換機と着信先になる交換機の間には異なるリンクの組合せからなる1以上の接続経路が存在し、かつ該複数の交換機に制御信号回線を介して少なくとも1つの網制御センタが接続された通信網において、該網制御センタは、発信元交換機と着信先交換機間ごとに、呼量の発生状態および各リンクの回線数設定状態を観測することにより、使用が許される1以上の接続経路からなる接続経路候補群を決定して、該候補群を各交換機に送出するとともに、予め定めた時刻に該接続経路を更新して再送し、各交換機は送られた該接続経路候補群の中から接続経路を選択して呼接続処理を行うことに特徴がある。また、(ii)網制御センタは、発信元交換機と着信先交換機間ごとに、呼量の発生

状態および各リンクの回線数設定状態を観測することにより、使用が許される1以上の迂回接続経路からなる迂回接続経路候補群を決定して、該候補群を各交換機に送出するとともに、予め定めた時刻に該迂回接続経路を更新して再送し、各交換機は呼接続処理時に先ず上記基本接続経路の回線捕捉を試み、該基本接続経路の回線捕捉に失敗した呼に対して、上記網制御センタから送られた該迂回接続経路候補群の中から迂回接続経路を選択して回線捕捉を試みることにも特徴がある。また、(iii)網制御センタによる接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群の決定方法は、各発着交換機間の接続品質に関して、最悪の接続完了率となる発着交換機間の接続完了率を最大とする第1の条件、通信網全体のスループットを最大にする第2の条件、および迂回接続経路で疏通しきれない呼量を非吸収呼量として場合に、該非吸収呼量が最大となる発着交換機間の非吸収呼量を最小にする第3の条件の少なくとも1つを満たすようにすることにも特徴がある。(iv)網制御センタから各交換機

に送出される迂回接続経路候補群の中に、基本接続経路が収容されている伝送システムとは異なる伝送システムに収容されている迂回接続経路を1以上含むことにより、伝送システムが障害となつたときにも、必ず迂回接続経路を使用できるようにしたことにも特徴がある。また、(v)交換機の呼接続処理時における接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群からの接続経路ないし迂回接続経路の選択方法は、該交換機が個別に通信網の状態を握りして、自律的に通信網の混雑の度合に応じた接続経路ないし迂回接続経路を探索する、いわゆる交換機での分散制御による状態依存形の動的経路選択方法を用いることにも特徴がある。また、(vi)交換機での分散制御による状態依存形の動的経路選択方法では、接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群の中から1以上の接続経路ないし迂回接続経路を選択許可状態として登録しておき、該接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群の接続経路ないし迂回接続経路を対象として発生した呼の呼接続要求に対しては該選択許可状態の接続

経路ないし迂回接続経路を使用し、該選択許可状態の接続経路ないし迂回接続経路上のリンクで回線が捕捉できない場合、回線捕捉後に空き回線が無い場合、および回線捕捉後に空き回線が少ない場合には、該選択許可状態の接続経路ないし迂回接続経路の代りに、上記接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群の中から他の接続経路ないし迂回接続経路を新たに選択許可状態にして登録することにも特徴がある。さらに、(vii)交換機の呼接続処理時における接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群からの接続経路ないし迂回接続経路の選択方法として、該接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群の接続経路ないし迂回接続経路を対象として発生した呼の呼接続要求に対し、該接続経路候補群ないし迂回接続経路候補群の中からランダムに選択する方法、循環的に選択する方法、ないし多段溢れ的に選択する方法のうちの一つを採用することにも特徴がある。

〔作用〕

本発明においては、網制御センタが、使用でき

る迂回接続経路を複数含む迂回接続経路候補群を決定ないし変更し、それを各交換機に指示することにより、各交換機は、状態依存形の動的経路選択を実行して、与えられた迂回接続経路候補群の範囲内で迂回パターン、つまり使用する迂回接続経路とその選択の順序を決定する。これにより、トラヒック変動や回線設備の不整合により生じる網内リンクの余剰回線を有利に利用することができ、かつ網制御センタと交換機間の制御の頻度を少なくでき、しかも交換機における管理データを少なくでき、測定のためのカウンタ数や測定のための処理量を少なくすることができる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を、図面により詳細に説明する。

第1図は、本発明の一実施例を示す適応形経路選択制御方法を適用する通信網の構成図である。

ここでは、呼接続要求に対して、優先的に回線捕捉を試みる基本接続経路と基本接続経路から溢れた呼の接続に用いる迂回接続経路が存在する場

合であり、6つの交換機を含む通信網の場合を示す。なお、第1図において、実線はリンクを、破線は制御信号回線を、1~6は交換機を、7は網制御センタを、それぞれ示している。

網制御センタ7は、交換機1~6で使用する迂回接続経路候補群を決定して、制御信号回線71~76を介して各交換機1~6にこれを転送する。各交換機1~6では、呼の迂回接続経路候補群の範囲内で自律的に状態依存形の動的経路を選択する。

先ず、交換機における呼接続処理を詳述する。第2図は、第1図における各交換機の機能プロック図である。

第2図において、21は網制御センタ7との間の制御信号の送受信を行う網制御信号対応部、22は呼接続処理の全般を扱う呼処理対応部、23は呼接続処理に關係する接続制御信号の送受信を実行する呼接続制御信号対応部である。網制御信号対応部21内には、網制御センタ7に対して迂回接続経路候補群データの送出を要求するための

迂回接続経路候補群要求信号の送出機能24と、網制御センタ7からの迂回接続経路候補群データを受信する迂回接続経路候補群受信機能25とが備えられている。また、呼処理対応部22内には、基本接続経路ごとの迂回接続経路候補群を管理する迂回接続経路候補群メモリ26と、選択可能状態の迂回接続経路を登録する迂回接続経路登録メモリ27とが備えられている。なお、メモリ26、27は記憶装置であり、送出機能24と受信機能25は送受信回路と送受信制御プログラムを含むものである。

いま、第1図における通信網において、交換機1を発信交換機、交換機4を着信交換機とした場合の呼接続処理について述べる。先ず、一般には1リンクで接続できる経路、つまり最も経済的な接続経路であるリンク14を基本接続経路として最初に選択し、リンク14で空き回線が捕捉できないとき、つまり溢れた呼のためにその他の迂回接続経路（例えば、経路134、経路164、経路124、または経路154）を用いる。この場合、

2リンクからなる経路に限定すると、この通信網においては、上記4経路のうち迂回接続経路候補群として、経路134、経路154、および経路164の3経路が与えられているものとする。このとき、交換機1における選択順序として、例えば経路134を選択許可状態の迂回接続経路で登録し、これをリンク14から溢れた呼の接続に使用する。次に、リンク14から溢れた呼の接続が迂回接続経路134で失敗した場合、つまりリンク13で空き回線が捕捉できなかったような場合、またはリンク34で空き回線が捕捉できずに、交換機3から交換機1に接続不完了信号が戻された場合、交換機1ではその呼を呼出または保留状態として、迂回接続経路134の選択許可状態としての登録を取消し、新しい選択許可状態の迂回接続経路として経路154、または経路164から適当な経路を選択して迂回接続経路登録メモリ27の内容を変更する。呼を保留状態とした場合には、再度、新しく登録された迂回接続経路を用いて保留中の呼の接続処理を実行する。

一方、リンク 14 から溢れた呼の接続が、選択許可状態として登録されている迂回接続経路（前述の場合には、経路 134）で成功した場合には、迂回接続経路の登録を変更することなく、次に発生するリンク 14 からの溢れ呼の迂回接続経路として使用を継続する。すなわち、交換機 1 では、自動的に接続の成功する可能性の高い経路を選択許可状態の迂回接続経路として、継続的に登録することが可能となる。このことは、接続の成功する可能性のない経路を選択許可状態の迂回接続経路として登録し続けることを回避し、網制御センタ 7 から与えられた迂回接続経路候補群中から通信網の実時間の混雑の具合に応じて好ましい迂回接続経路を使用できるようにしている。

上述では、迂回接続経路に溢れた呼の接続が失敗した場合にのみ、選択許可状態の迂回接続経路を変更しているが、より高度な方法として次のような変更方法も効果的である。例えば、呼の接続が迂回接続経路 134 で成功した場合においても、接続したことによってリンク 13、あるいはリンク

34 の空き回線が無くなった場合、あるいは空き回線数がある設定数よりも少なくなった場合に、迂回接続経路の選択許可状態としての登録を取消し、新しい迂回接続経路を登録する。これにより、迂回接続経路上で回線が回線が捕捉できなくなる状態に至る前に、より接続完了性の高い迂回接続経路に代えることができる。これは、登録されている迂回接続経路上で回線が捕捉できない呼を保留状態とせずに呼損とする方式の場合に、迂回接続呼の接続完了性を高める効果がある。

呼接続処理において、各リンクに注目すると、各リンクを基本接続経路として使用する呼と、迂回接続経路として使用する呼とが互いに加わって要求が行われることになる。そこで、基本接続経路として使用する呼を基本呼、迂回接続経路として使用する呼を迂回呼と呼ぶことにする。

ところで、動的経路選択方法においては、迂回呼と基本呼が競合した場合に、迂回呼を優先して接続すると、迂回呼を接続することによって基本呼が他のリンクに迂回呼として溢れしていくので、

通信網の疏通特性は低下することになる。従って、各リンクにおいては、基本呼の接続を保護する必要があり、そのために、迂回呼の接続を空き回線数がある数以上存在している場合にのみ割当て、その数に満たないときには制限することにする。つまり、空き回線が特定数以上のときのみ回線保留を実施する。本実施例では、この回線保留を各リンクで実施することにより、基本呼の接続品質をあまり劣化させない場合にのみ、迂回呼を接続する。

次に、網制御センタ 7 の機能を詳述する。

第 3 図は、第 1 図における網制御センタの基本的機能ブロック図である。

第 3 図において、31 は基本接続経路ごとに備えられる迂回接続経路候補群を作成する迂回接続経路候補群データ作成処理部、32 は予め計画された時刻、あるいは必要が生じたときに、迂回接続経路候補群を交換機に転送したり、迂回接続経路候補群の内容の変更指示を行う迂回接続経路候補群データ転送処理部である。迂回接続経路候補

群データ作成処理部 31 内には、通信網の発着交換機間に生じる呼量を推定・予測するトラヒックデータ管理機能 33 と、各交換機間の接続状態とリンクの回線数を管理する回線データ管理機能 34 と、トラヒックデータおよび回線データから迂回接続経路候補群を作成する迂回接続経路候補群作成機能 35 とが備えられている。これらの管理機能 33、34 および作成機能 35 は、いずれも管理および作成のためのプログラムとそれを実行するプロセッサを含んでいる。また、迂回接続経路候補群データ転送処理部 32 内には、迂回接続経路候補群データの送出時刻を管理する送出時刻管理機能 36 と、迂回接続経路候補群データを交換機に送出する制御信号送出機能 37 と、交換機からの迂回接続経路候補群要求信号を受信する要求信号受信機能 38 とが備えられている。これらの管理機能 36、37 および受信機能 38 は、いずれも管理および送受信用のプログラムとそれを実行するためのプロセッサとを含んでいる。

先ず、第3図における迂回接続経路候補群データ作成処理部31の機能動作を述べる。

トラヒックデータ管理機能33では、1日の各時間帯の発着交換機間の呼量を推定する。この推定方法としては、次の4つの方法がある。

- (a) 過去に発生したトラヒックデータを記録しておき、同じような属性を持つ日の同じ時間帯に発生したトラヒックデータから統計的に予測する。例えば、観測日の属性としては曜日、休日、連休の前中後、あるいは季節等の通信トラヒックに影響する可能性のあるものを設定して、多変量解析の手法を用いることにより実現する。
- (b) 発生するトラヒックを周期的に観測して、これを記録し続けることにより、最後の観測時刻以降のトラヒックを、それ以前の観測データの時系列から時系列モデルの手法を用いて推定する。
- (c) 上記(a)および(b)の方法を組合せて推定する。
- (d) ネットワーク管理者の経験と知識に基づいて、推定および予測を行う。

- 27 -

間の迂回接続経路候補群の組合せを求める際の評価基準としては、次のような考え方の基準がある。すなわち、(a)各発着交換機間の接続品質に関する、最悪の接続完了率となる発着交換機間の接続完了率を最大とするような組合せにする。(b)網全体のスループットを最大にするような組合せとする。(c)迂回接続経路で疎通しきれない呼量を非吸収呼量としたとき、この非吸収呼量が最大となる発着交換機間の非吸収呼量を最小とするような組合せにする。

第4図(a)(b)は、第1図における網制御センタの迂回接続経路候補群の作成方法を示す説明図と処理フローチャートである。

第4図(a)における通信網の形態は第1図と同じである。各リンクに付加されている値は、それぞれ発着交換機間に加わるトラヒックが基本接続経路のみに加わったものとして記載されており、余裕呼量を負(-)、溢れ呼量を正(+)の符号の値で示している。余裕呼量と溢れ呼量の定義は、次のように定められる。

以上が呼量の推定方法である。

次に、回線データ管理機能34では、リンクによる各交換機間の接続関係と、各リンクの回線数と、発着交換機間の基本接続経路等の通信網の構成に関するデータを維持管理する。

なお、トラヒックデータ管理機能33で用いる呼量の観測データ、および回線データ管理機能34で用いる更新データ、等を交換機から収集する方法としては、本発明のために設けられたデータ収集システムから転送してもらう方法と、各国の通信網において設けられている専用システムから転送してもらう方法とがある。すなわち、専用システムとしては、例えば日本のNTTの通信網におけるアトミクス(ATOMIC)と呼ばれるトラヒックデータ・回線構成データ収集システムがある。

迂回接続経路候補群作成機能35は、トラヒックデータ管理機能33と回線データ管理機能34からのデータを用いて、必要な時間帯の迂回接続経路候補群を決定する。この場合、各発着交換機

- 28 -

(イ) 余裕呼量：その基本接続経路が基準となる接続品質を満足している場合には、基準となる接続品質に等しくなるまで、さらに加えることが可能な呼量との差分。

(ロ) 溢れ呼量：その基本接続経路が基準となる接続品質を満足していない場合、その基本接続経路からの溢れ呼量。

例えば、第4図(a)における交換機1と交換機4の間の基本接続経路、つまりリンク14および、交換機2と交換機3の間の基本接続経路、つまりリンク23にそれぞれ着目すると、リンク14からの溢れ呼量+8とリンク23からの溢れ呼量+7であり、これらに加わる呼は全て溢れてしまうため、迂回接続により疎通するための迂回接続経路の候補を探す必要がある。迂回接続経路の条件は、それを構成する2リンクともに余裕呼量のあることであって、その経路に迂回できる呼量は2リンクでの余裕呼量の値の小さい方の値となる。例えば、前述の場合の迂回接続経路候補群の組合せ例では、リンク14の基本接続経路に対して

- 29 -

は、経路 154 および経路 164 であり、またリンク 23 の基本接続経路に対しては、経路 253 である。

なお、リンク 14 の基本接続経路に対してのみ着目するときには、経路 124 および 134 という迂回接続経路候補も考えられるが、前述の場合のようにリンク 23 の基本接続経路も対象に含まれる場合には、リンク 23 の基本接続経路に対して、その溢れ呼量(+7)の全てを迂回接続経路候補群が作成できなくなるため、発着交換機を含まない他の交換機を迂回接続経路の中継交換機に選択する。すなわち、上記のような一部の基本接続経路に優先的に着目した迂回接続経路候補群の組合せ方は好ましくないことが判る。しかしながら、網全体の状態に着目した場合、各基本接続経路からの溢れ呼量を全て疎通できる迂回接続経路候補群の組合せが常に存在するとは限らないため、前述のような評価基準を定めて最も妥当な組合せを選択することになる。

ところで、網全体における組合せを考慮した

迂回接続経路候補群を求める方法には、(イ)解析的に求める方法と、(ロ)探索的な繰り返し演算により求める方法とがある。第4図(b)は、上記(ロ)の探索的な繰り返し演算による処理フローを示している。

第4図(b)においては、先ずトラヒックデータ管理機能33と回線データ管理機能34からのデータ入力処理を行い(ステップ41)、次に全ての交換機に対して、発着交換機間に加わるトラヒックを基本接続経路に割り付ける基本呼量割付処理を行い(ステップ42)、次に各リンクにおける余裕呼量と溢れ呼量を求める溢れ呼量・余裕呼量計算処理を行い(ステップ43)、次に溢れ呼量の最も大きなリンクを選択する迂回元リンク選択処理を行う(ステップ44)。次に、迂回元リンク選択処理(44)により選択された迂回元リンクの迂回先となり得る迂回接続経路から2リンク通じて余裕呼量の最も大きな迂回接続経路を選択する迂回接続経路候補選択処理を行う(ステップ45)。次に、迂回元リンク選択処理(44)で選択された迂

回元リンクからの溢れ呼量のうちの1単位を、迂回接続経路候補選択処理(45)で選択された迂回接続経路候補に割り付ける迂回割付処理を行い(ステップ46)、次に溢れ呼量が割り付けられた状態で、各リンクの溢れ呼量と余裕呼量を求めて直す溢れ呼量・余裕呼量再計算処理を行う(ステップ47)。最後に、迂回元リンク対応に選択された迂回接続経路候補をまとめて迂回接続経路候補群として出力するデータ出力処理を実行する(ステップ48)。そして、ステップ44から47の処理を、全ての迂回元リンクに対して迂回接続経路候補群が作成されるまで繰り返し実行する。

溢れ呼量・余裕呼量再計算処理(47)では、迂回元リンクの溢れ呼量を割り付けた1単位分だけ減らして、割り付けられた迂回接続経路候補を構成する各リンクの余裕呼量を1単位分減少させるような簡単な計算でも、処理目標を達成することができる。

なお、迂回接続経路候補群ごとに迂回接続経路数を決めておくと、決められた所定数に到達する

前に溢れ呼量がなくなってしまう場合や、余裕呼量のある迂回接続経路がなくなってしまう場合が生じる。前者の場合には、溢れ呼量の割り付けの単位を小さくして、溢れ呼量を持つ全ての迂回接続経路の負担を等分にする一方、後者の場合に対しては、前記処理フローにおける迂回接続経路候補選択処理(45)で余裕呼量のある迂回接続経路がなくなったときには、溢れ呼量の最も少ない迂回接続経路を選択することにより対処することができる。

また、実際の呼接続で使用される迂回接続経路は、各交換機で実行される状態依存形の動的経路選択により選ばれるため、迂回接続経路候補群の中に通常よりも多目に迂回接続経路候補を含ませておけば、回線障害やトラヒック変動等の予測できない状態が起こっても、十分に適応させることが可能である。

なお、第4図(b)の迂回元リンク選択処理(44)からも明らかなように、この処理フローにおける迂回接続経路候補群の妥当な組合せを求

めるための基準評価は、前述の(c)巡回接続経路で疎通しきれない呼量(非吸収呼量)が最大である発着交換機間の非吸収呼量を最小にするような組合せである。ただ、通信網の利用者にとって公平性を重視するためには、前述の(a)各発着交換機間の接続品質において、最悪の接続完了率となる発着交換機間の接続完了率が最小となるような組合せが望ましいときもある。その場合には、巡回元リンク選択処理(44)において、リンクに加わる基本呼量に対する溢れ呼量の比率が最大のリンクを選択することにすればよい。

第5図および第6図は、本発明の効果を示すための巡回接続経路候補群作成による接続完了率、および、接続完了率の向上とトラヒックの実時間変動への適応性の両立をそれぞれ示す特性図である。

第5図および第6図においては、網制御センタの処理手順に従って巡回接続経路候補群を作成し、その巡回接続経路候補群を用いて状態依存形の動的経路選択を交換機で実施した場合の接続完了率

を、計算機シミュレーションにより評価した結果を示している。ここで評価に用いた網モデルは、交換機数36のメッシュ網であり、各発着交換機間の設計呼量は30アーラン、加わる呼量は平均30アーランでランダムな分布を持つアンバランスな負荷状態に設定されている。従って、網内に溢れ呼量の多い基本接続経路と余裕呼量の多い基本接続経路とが混在していることになる。

第5図の縦軸には、接続完了率の最も低い発着交換機間の接続完了率、横軸には、基本接続経路ごとに与えられる巡回接続経路候補の数を示している。図において、レベル α は本実施例の手順により巡回接続経路候補の数を限定して交換機に与えた場合の特性であり、レベル β は全ての巡回接続経路が交換機に与えられた場合、つまり従来の交換機における分散制御による状態依存形の動的経路選択の場合の特性である。この特性図から明らかのように、巡回接続経路候補を限定した方が高い接続完了率となっている。また、レベル α での巡回接続経路候補数の増加に対する特性の変化

が緩やかであるため、レベル α を維持する範囲で巡回接続経路候補の数を増加することが可能となり、その結果、トラヒック予測の誤差や回線障害等の予測できない事態に対する適応性を大きくすることができる。

第6図は、上記トラヒック予測誤差や回線障害等の予測できない事態、つまり予測誤差に対する耐力を評価した結果を示したものである。縦軸に接続完了率の最も低い発着交換機間の接続完了率、横軸に巡回接続経路候補群作成処理で用いる発着交換機間トラヒックの予測誤差、つまり実際に網に加わるトラヒックとの誤差をそれぞれ示している。巡回接続経路候補の数が少な過ぎても、また多過ぎても、接続完了率のレベルは低下するが、多過ぎる場合にはトラヒックの予測誤差の影響を受け難くなるため、予測誤差の耐力は向上する。すなわち、第6図に示すように、巡回接続経路候補数が8本のときには、接続完了率も十分に高く、かつ予測誤差耐力も十分にあることが判る。

また、網制御センタまたは各交換機において、

各々に対応する基本接続経路上のリンクが収容されている伝送システムとは異なる伝送システムに収容されているリンクからなる巡回接続経路を、無条件に巡回接続経路候補群の中に加えておけば、伝送システムの障害時にも、基本接続経路とその巡回接続経路が共に使用できないというような被害の大きな状態が生じることを回避できる。異なる伝送システムとは、例えば、同一ファイバ中に異なる方向の回線が多数本収容されている場合、あるいはデジタル伝送システムとアナログ伝送システム、あるいは有線伝送システムと無線伝送システム等の広い意味での異なる伝送システムを含むものである。

なお、実施例では、発着交換機間の複数の接続経路を、優先的に回線捕捉する基本接続経路と、これに溢れたときの迂回先となる巡回接続経路とに分けて設定しているが、本発明は基本接続経路を設けないで巡回接続経路のみを設定する場合にも適用できることは勿論である(第2の実施例)。この場合の処理フローを考えると、第4図(b)の

処理中で、基本接続経路ヘトラヒックを割付ける処理(42)は削除し、発着交換機間に加わるトラヒックを直接複数の接続経路に割り付けること実現できる。そして、溢れ呼量最大のリンクである迂回元リンクの選択処理(44)も、上記複数の接続経路中から選択することになる。

また、実施例における交換機での状態依存形の動的経路選択方式の代りに、(イ)前述の状態依存形の動的経路選択方式、または(ロ)与えられた迂回接続経路候補の中の迂回接続経路をランダムに選択するランダム選択方式を用いることによっても、本発明を適用することが可能である。ランダム選択方式は、複数の中から1つを選択し、残りのものからまた1つ選択する際にランダムに選択する方式である。また、ランダム選択方式の他にも、循環的選択方式または多段溢れ的選択方式等があり、このように、交換機での分散制御による状態依存形の動的経路選択方式以外の方法を採用することも可能である。

以上の説明から、本発明をまとめると、次のこ

とが明らかとなる。

(i) 網制御センタから迂回接続経路候補群を各交換機に送るが、実時間の網状態に適応した迂回接続経路の選択は、交換機の分散制御により実行するので、網制御センタからの集中制御による状態依存形の動的経路選択方式に比べて、網制御センタと交換機間の制御の頻度を格段に少なくすることができる。例えば、日本の通信トラヒックのピークは地域的にその発生時間帯がほぼ揃っており、ピークの発生回数が1日に2~3回程度である。従って、網制御センタから各交換機に付与する迂回接続経路候補群もそのピーク時間帯のトラヒックに適合させて作成すればよく、それ以外の時間帯では呼量が全体的に下がるため、ピーク時間帯に与えられている迂回接続経路候補群の範囲で適応できる。その結果、網制御センタから各交換機に迂回接続経路候補群を与える頻度は、1日に2~3回程度でよいことになる。また、網制御センタが障害を起こして機能しなくなった場合でも、交換機はそれまでに与えられている迂回接続

経路候補群を用いて、準最適な接続経路の探索を行うことにより信頼性の高いシステムを実現できる。

(ii) 本発明では、各交換機が状態依存形の動的経路選択を実行しているので、時変形の動的経路選択方式に比べて、トラヒック変動や回線設備の不整合により生じる網内リンクの余剰回線をきめ細かく有効利用することができる。

(iii) 本発明では、迂回接続経路の探索範囲、つまり迂回接続経路候補群を網全体でのトラヒックの割付けを考慮して限定するので、各交換機で有望な迂回接続経路を探索するまでに費やす回線捕捉失敗の回数を、従来の交換機による状態依存形の動的経路選択に比べて少なくすることができる。この結果、交換機の処理量を軽減できるとともに、迂回接続経路で回線捕捉に失敗した呼を呼損とする方式を用いている場合、その接続完了率を改善できる。

(iv) 一般に、交換機による状態依存形の動的経路選択方式では、各交換機において迂回元リンク

ごとに迂回接続経路候補群に関するデータを管理するが、本発明では、迂回接続経路候補群としてその数が限定されているため、通信網全体の迂回接続経路を対象とする場合に比べて、管理データが少なくて済む。また、ネットワークオペレーションとしては、迂回元のリンクごとに迂回接続経路での迂回成功率等の状況を観測する必要があるが、この場合にも、本発明では、迂回接続経路候補の数が限定されているため、測定のためのカウンタ数や測定のための処理量を少なくすることができる。

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、網制御センタにおいてトラヒックと回線の状況を考慮した迂回接続経路の探索範囲を限定し、迂回接続経路候補群を各交換機に与えることにより、各交換機でその迂回接続経路候補群の範囲内で状態依存形の動的経路選択を実行するので、時変形の動的経路選択方式に比べて、トラヒック変動や回線設備の不整合による網内リンク余剰回線を有効に利

用でき、また、網制御センタからの集中制御による状態依存形の動的経路選択方式に比べて、網制御センタと交換機間の制御の頻度を少なくでき、また、交換機による状態依存形の動的経路選択に比べて、交換機で有望な巡回接続経路を探索するまでに費す回線捕捉失敗の回数を少なくできる。さらに、各交換機では、通信網全体の巡回接続経路を対象とする場合に比べて、管理データを少なくでき、測定用カウンタ数や測定の処理量を少なくできる。

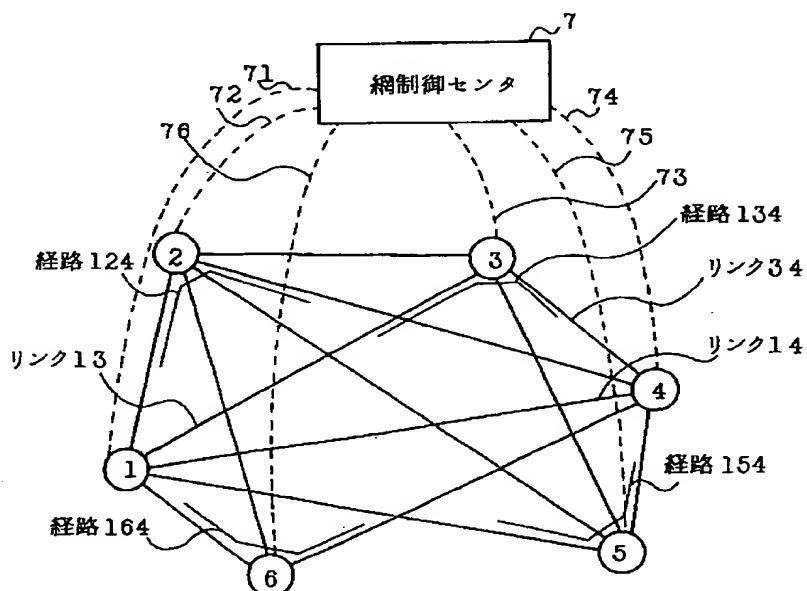
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す通信システムの構成図、第2図は第1図における各交換機内の機能ブロック図、第3図は第1図における網制御センタの機能ブロック図、第4図は本発明における網制御センタでの巡回接続経路候補群作成の方法と処理フローを示す図、第5図は本発明の効果を示す巡回接続経路候補群作成による接続完了率の図、第6図は本発明の接続完了率向上とトラヒックの実時間変動への適応性を示す図である。

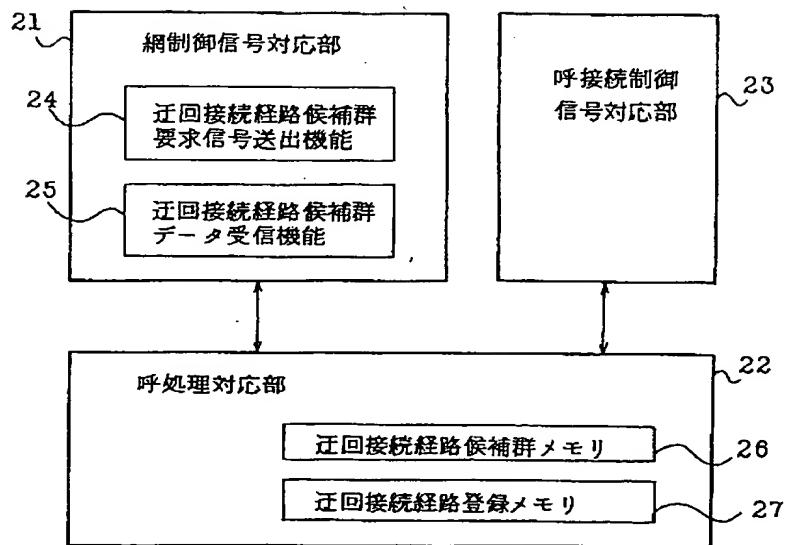
1～6: 交換機、7: 網制御センタ、71～76: 制御信号回線、13, 14, 23, 34: リンク、124, 134, 154, 164, 213, 253: 接続経路、21: 網制御信号対応部、22: 呼処理対応部、23: 呼接続制御信号対応部、24: 巡回接続経路候補群要求信号送出機能、25: 巡回接続経路候補群データ受信機能、26: 巡回接続経路候補群メモリ、27: 巡回接続経路登録メモリ、31: 巡回接続経路候補群データ作成処理部、32: 巡回接続経路候補群データ転送処理部、33: トラヒックデータ管理機能、34: 回線データ管理機能、35: 巡回接続経路候補群作成機能、36: 送出時刻管理機能、37: 制御信号送出機能、38: 要求信号受信機能。

代理人弁理士 藤村 雅俊

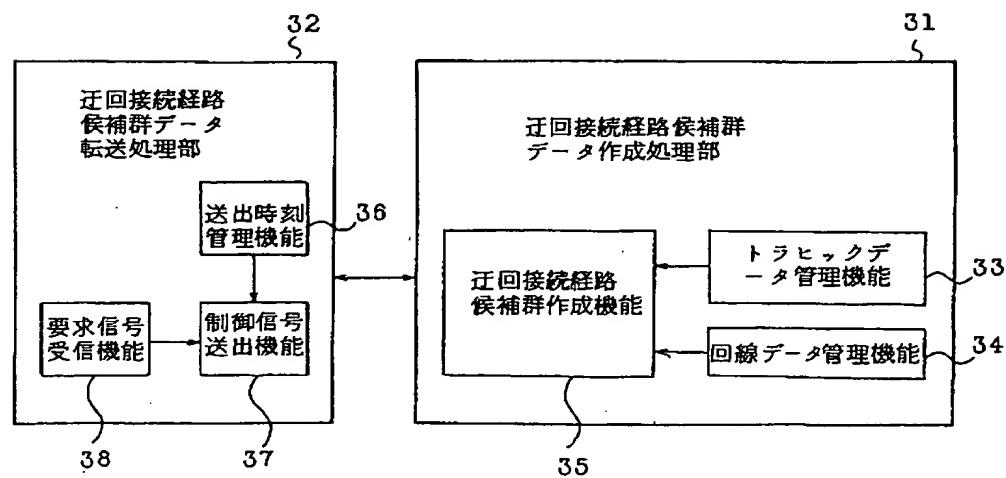
第 1 図



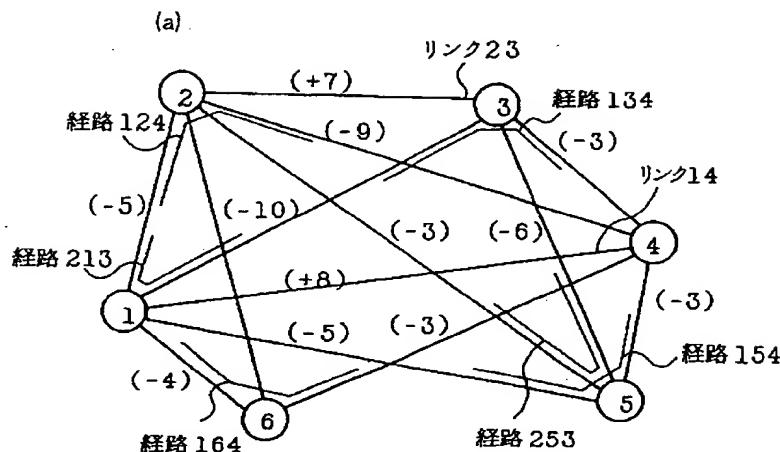
第 2 図



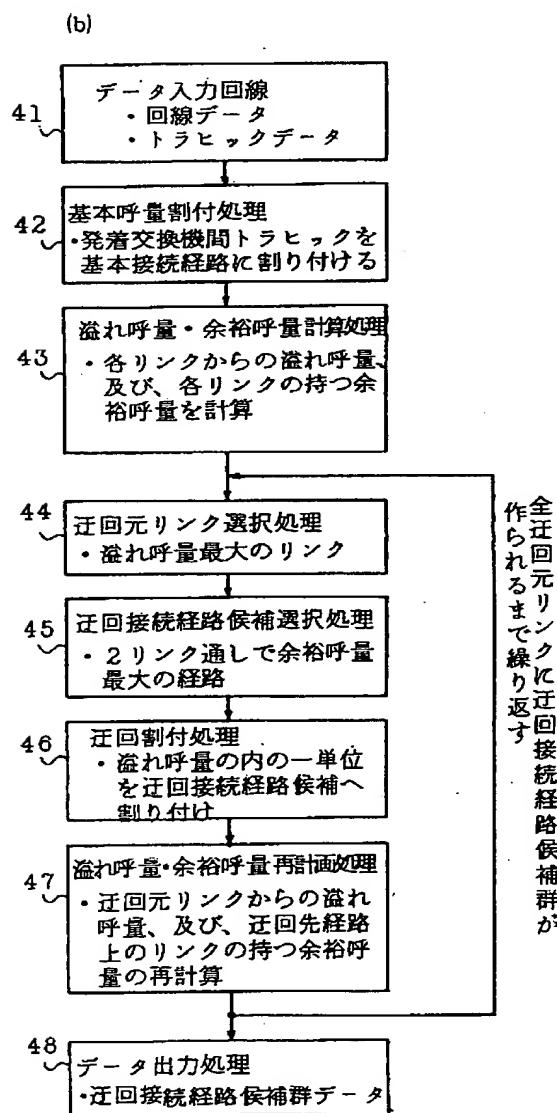
第 3 図



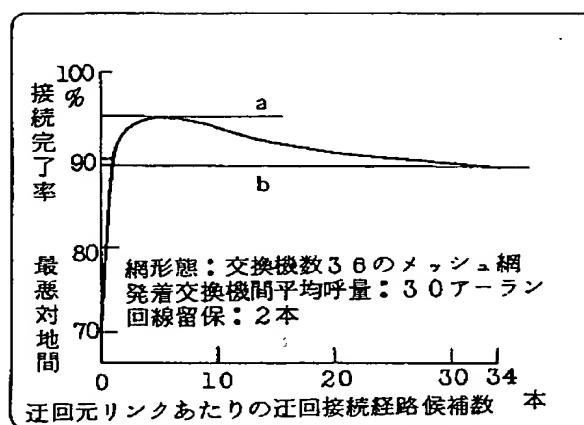
第 4 図(その1)



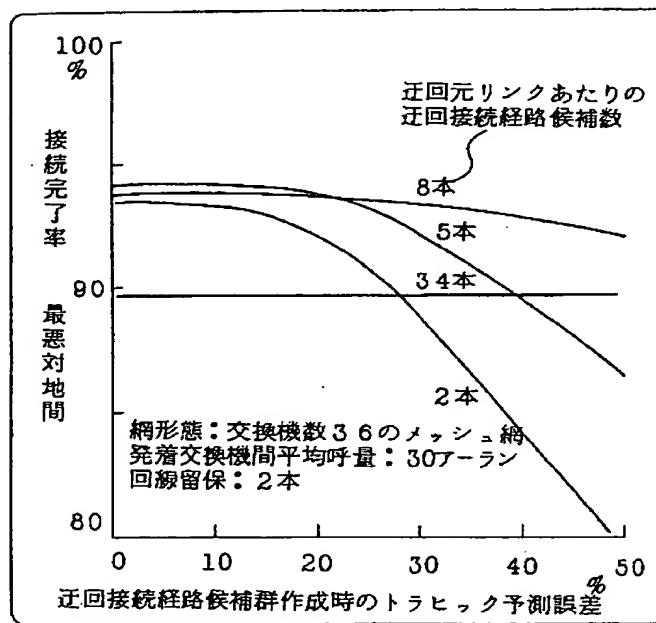
第 4 図(その2)



第 5 図



第 6 図



第1頁の続き

⑤Int. Cl. 5	識別記号	府内整理番号
H 04 M 3/36	B	7406-5K
7/00	Z	7406-5K
H 04 Q 3/66		8843-5K

⑥発明者 須山 正人 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑦発明者 星 義隆 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内